

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

TEMPERATURE CONTROLLER

Patent Number: JP11224127
Publication date: 1999-08-17
Inventor(s): MORIMOTO SHIGEO;; SAIBI KATSUO
Applicant(s): KOMATSU LTD
Requested Patent: ☐ JP11224127
Application Number: JP19980026114 19980206
Priority Number(s):
IPC Classification: G05D23/00; G05D23/19; H01L21/027
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To uniformly and speedily control the temperature of an object of temperature control in a transient state wherein the temperature is varied by reducing the strain of a plate where the object of temperature control is mounted when the temperature of the object of temperature control is varied abruptly.

SOLUTION: A temperature fluid put in a fluid tank 13 is held at constant temperature by a cooling part 14 and flows in a cooling chamber 4 through a pump 11, a large-flow-rate valve 6 or small-flow-rate valve 7, and an inflow hole 5a to absorb the heat of a heated wafer 1 through an air layer formed of a gap (d) and a heater 2. The temperature fluid having absorbed the heat reflows in the fluid tank 13 through an outflow hole 5b and a pressure governor valve 10. The temperature fluid confined to the cooling chamber 4 is already heated while the wafer 1 is heated by the heater 2 and a controller 15 opens the small-flow-rate valve 7 in the beginning of an initial period wherein the wafer 1 is cooled by using the temperature fluid in the fluid tank 13 to set the flow rate of the temperature fluid flowing in the cooling chamber 4 small and then closes the small-flow-rate valve 7 and also opens the large-flow-rate valve 6 thereafter.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-224127

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 5 D 23/00
23/19

G 0 5 D 23/00
23/19

A
A
H

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 6 7
5 7 1

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-26114

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月6日

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所
東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 森本 茂夫

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製
作所研究所内

(72) 発明者 斉尾 克男

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製
作所研究所内

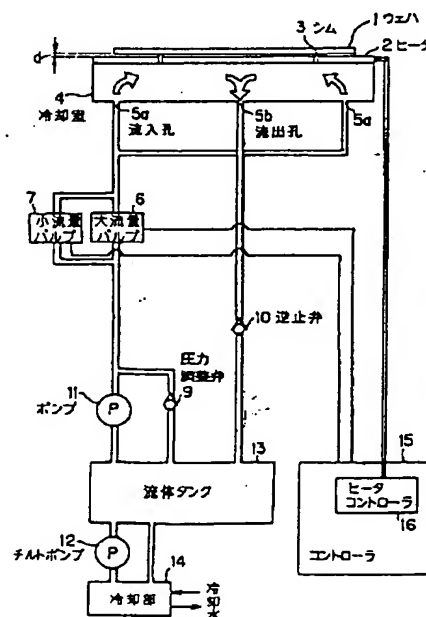
(74) 代理人 弁理士 木村 高久

(54) 【発明の名称】 温度制御装置

(57) 【要約】

【課題】被温度制御対象物の温度を急激に変化させる場合に該被温度制御対象物が載置されるプレートに生じる歪を極力少なくし、温度を変化させる過渡状態においても被温度制御対象物を一様かつ迅速に温度制御する。

【解決手段】液体タンク13に格納される温度流体は冷却部14によって一定の温度に保持され、この温度流体は、ポンプ11、大流量バルブ6あるいは小流量バルブ7、及び流入孔5aを介して冷却室4に流入し、温度流体は間隙dが形成する空気層、ヒータ2を介して、加熱されたウェハ1の熱を吸収する。この熱を吸収した温度流体は流出孔5b、圧力調整弁10を介して液体タンク13に再流入する。冷却室4に閉じこめられた温度流体は、ヒータ2によるウェハ1の加熱時に同時に加熱されており、液体タンク13の温度流体を用いてウェハ1を冷却する初期期間で、コントローラ15は、当初小流量バルブ7を開にし、冷却室4に流入する温度流体の流量を少なく設定し、その後小流量バルブ7を閉にするとともに、大流量バルブ6を開にする。



第1図の発明の実施の形態である
温度制御装置の構成を示す図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の設定温度に調整された温度流体を温度制御室に循環させ、該温度制御室との熱伝導によって被温度制御対象物の温度を制御する温度制御装置において、

前記温度制御室に流入される前記温度流体の流量を変化させるためのバルブと、

前記被温度制御対象物の温度を急激に変化させる場合、前記バルブを流れる温度流体の流量を制御するバルブ制御手段とを具備したことを特徴とする温度制御装置。

【請求項2】 前記バルブは、流量の異なる複数の固定バルブが並列接続されたバルブであることを特徴とする請求項1に記載の温度制御装置。

【請求項3】 所定の設定温度に調整された温度流体を温度制御室に循環させ、該温度制御室との熱伝導によって被温度制御対象物の温度を制御する温度制御装置において、

前記温度制御室に流入される前記温度流体の流量を一定にする定流量バルブと、

前記定流量バルブからの温度流体を前記温度制御室に流入させる流入管と前記温度流体を前記温度制御室から流出させる流出管との間をバイパスして前記温度流体を分岐するバイパス管と、

前記バイパス管の途中に設けられた開閉バルブと、前記被温度制御対象物の温度を急激に変化させる場合、前記開閉バルブを開に制御するバルブ制御手段とを具備したことを特徴とする温度制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ウェハ等の被温度制御対象物を温度制御する温度制御装置に関し、特に、ウェハを載置するプレートの歪を少なくして被温度制御対象物を温度制御する温度制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、半導体製造工程には、ウェハに塗布したレジスト膜に残存する溶剤を取り除くための加熱工程（ブリーキング）や、エッチング前にレジストと基板との密着を容易にするための加熱工程（ポストブリーキング）や、加熱したウェハを室温レベルに冷却するクーリング工程などが含まれ、これらの工程の際に、ウェハをより効率よくかつ高精度に温度制御することがスルーットを向上させる上で重要であり、このための各種の温度制御が行われている。

【0003】そして、このような温度制御を行う際、従来、ウェハを載置して該ウェハを加熱する加熱プレートと該ウェハを冷却する冷却プレートとを別々に設け、上述した温度サイクルにおけるブリーキング工程からクーリング工程に移行する場合や、クーリング工程からブリーキング工程に移行する場合には、ウェハを加熱プレートか

ら冷却プレートに搬送したり、冷却プレートから加熱プレートに搬送したりしていたので、半導体製造工程全体に時間がかかるとともに、ウェハの温度を精密に制御することができなかった。

【0004】そこで、図7（a）に示すような冷却・加熱プレート51を設け、この冷却・加熱プレート51内に加熱時は高温の温度流体を流入させて、この冷却・加熱プレート51に載置されたウェハを50を加熱し、その後の冷却時には低温の温度流体を冷却・加熱プレート51内に切替流入させることにより加熱されたウェハ50を冷却する温度制御装置が考えられている。すなわち、1つの温度プレートによって1つのウェハに対する加熱、冷却を移動させずに行う温度制御装置がある。

【0005】この冷却・加熱プレート51によってウェハ50を加熱あるいは冷却する機構は、例えば、120℃に加熱されたウェハを20℃に冷却する場合、20℃に設定された温度流体を冷却・加熱プレート51内に流入させ、冷却・加熱プレート51上面とウェハ51との間における0.1mm程度の間隙空間を熱伝導体として、温度流体がウェハ51からの熱を吸収することによって行われる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、温度流体を用いてウェハが載置されるプレートの温度を上昇させたり、下降させたりする場合、特に温度を急激に変化させる場合、プレートが部分的に膨張あるいは収縮するため、一時的にプレートに歪が生じる。

【0007】例えば、図7（b）に示すように、120℃に加熱された冷却・加熱プレート51に20℃の温度流体を冷却・加熱プレート51の周縁部52から中心部53に向かって流して冷却・加熱プレート51を冷却する場合、冷却・加熱プレート51の周縁部52は急激に冷却されるため、周縁部52と中心部53との間に温度差が生じるとともに、冷却・加熱プレート51の上面に比して下面の温度の方が低くなるため、冷却・加熱プレート51はその中心部53が上に凸の形状に変形する。

【0008】このような冷却・加熱プレート51の変形は、0.1mmの様な間隙空間であった冷却・加熱プレート51とウェハ50との間隙を不均一にするため、冷却・加熱プレート51とウェハ50との間における熱伝導量も不均一になり、結果として、ウェハ50全体に対する温度制御を高精度に行うことができないことになる。

【0009】ウェハ50全体に対する温度制御を精度高くできないことは、ウェハ50上に塗布されるレジスト膜の溶媒等の揮発を一樣に行うことができなくなることを意味し、結果としてレジスト膜の膜厚を均一にすることができなくなるという問題点があった。

【0010】このレジスト膜の膜厚のばらつきは、露光処理を行う際の焦点距離が一致しなくなることを意味

し、精度の高い露光処理を困難にする。

【0011】一方、半導体製造工程では、加熱、冷却の繰り返し処理を迅速に行って効率的な処理を行いたいという要求がある。

【0012】そこで、本発明は、かかる問題点を除去し、被温度制御対象物の温度を急激に変化させる場合に該被温度制御対象物が載置されるプレートに生じる歪を極力少なくし、温度を変化させる過渡状態においても被温度制御対象物を一様かつ迅速に温度制御することができる温度制御装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段および効果】第1の発明は、所定の設定温度に調整された温度流体を温度制御室に循環させ、該温度制御室との熱伝導によって被温度制御対象物の温度を制御する温度制御装置において、前記温度制御室に流入される前記温度流体の流量を可変にするバルブと、前記被温度制御対象物の温度を急激に変化させる温度流体の供給開始時又は温度流体の切替時に、前記バルブを流れる温度流体の流量を少なくする制御を行うバルブ制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0014】これにより、被温度制御対象物の温度を急激に変化させる場合に該被温度制御対象物が載置されるプレートに生じる歪を極力少なくし、温度を変化させる過渡状態においても被温度制御対象物を一様かつ迅速に温度制御することができる。

【0015】第2の発明は、第1の発明において、前記バルブは、流量の異なる複数の固定バルブが並列接続されたバルブであることを特徴とする。

【0016】従って、簡易な構成及び制御で、第1の発明と同様な効果を奏する。

【0017】第3の発明は、所定の設定温度に調整された温度流体を温度制御室に循環させ、該温度制御室との熱伝導によって被温度制御対象物の温度を制御する温度制御装置において、前記温度制御室に流入される前記温度流体の流量を一定にする定流量バルブと、前記定流量バルブからの温度流体を前記温度制御室に流入させる流入管と前記温度流体を前記温度制御室から流出させる流出管との間をバイパスして前記温度流体を分岐するバイパス管と、前記バイパス管の途中に設けられた開閉バルブと、前記被温度制御対象物の温度を急激に変化させる場合、前記開閉バルブを開に制御するバルブ制御手段とを具備したことを特徴とする。

【0018】これにより、第1の発明と同様な効果を奏するとともに、大流量、微小流量ともに一定流量に固定できる。つまり、複数の温度制御室を同じ条件にすることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0020】図1は、本発明の第1の実施の形態である

温度制御装置の構成を示す図である。図1において、ウェハ1はヒータ2の上部に載置され、ウェハ1とヒータ2とはシム3によって一様な間隙dを有し、この間隙dの空気層を介してウェハ1とヒータ2との間の熱伝導が行われる。ウェハ1は、周知のとおり円盤形状であり、ヒータ2は、このウェハ1の形状より大きな円形表面をもつ。

【0021】ヒータ2は、図示しない電熱線がその表面に一樣に形成され、ヒータ2を均一に加熱できるようにになっている。このヒータ2の加熱は、コントローラ15内のヒータコントローラ16によって電力制御される。従って、ウェハ1を加熱する場合には、ヒータコントローラ16の電力制御によって行われる。

【0022】一方、ウェハ1を冷却する場合、流体タンク13において貯えられ、所定の温度に調整された低温の温度流体を冷却室4に流入することによって行われる。

【0023】すなわち、流体タンク13に貯えられた温度流体は、後述するコントローラ15による大流量バルブ6及び小流量バルブ7の開閉制御により、流入孔5aを介して冷却室4に流入する。冷却室4に流入した温度流体は、間隙dの大気、ヒータ2を介してウェハ1から熱を奪い、流出孔5b、逆止弁10を介して流体タンク13に戻される。ここで、ヒータ2は、薄い板状部材あるいは薄膜で構成され、冷却室4と面的に密着している。

【0024】このままにしておくと、液体タンク13内の温度流体は温度上昇してしまい、所定の温度に維持することができないため、チルトポンプ12及び冷却部14によって流体タンク13内の温度流体を冷却する。この冷却部14による冷却制御は、コントローラ15によって制御され、一定の温度に維持される。

【0025】なお、圧力調整弁9は、大流量バルブ6及び小流量バルブ7による流量変化に追従させるべく、ポンプ11によって汲み上げられた温度流体を流体タンク13にリークさせている。また、逆止弁10は、温度流体の逆流を防止するために設けられている。

【0026】コントローラ15は、上述したようにヒータコントローラ16を介してヒータ2への電力制御を行うとともに、大流量バルブ6及び小流量バルブ7を開閉する電磁弁の開閉制御を行う他、図示しないが、ポンプ11の開閉制御、チルトポンプ12及び冷却部14の制御による液体タンク13内の温度を所定の温度に設定、保持する制御等温度制御装置全体の制御を行う。もちろん、ポンプ11あるいはチルトポンプ12等の制御は、コントローラ15から独立した閉じた系で制御するようにしてもよい。

【0027】このコントローラ15による制御は、図2に示すような温度サイクルを実行するために行い、ウェハ1は、20℃の室温から120℃の目標温度までヒ-

10

20

30

40

50

タ2によって加熱され、所定時間目標温度に保持されるベーキングを行い、その後冷却室4に20℃の温度流体を流入させることにより、ウェハ1を120℃から20℃に冷却するクーリングを行う。もちろん、図2に示す温度サイクルは一例であり、ウェハ1をヒータ1に載置したままで、各種の温度に対するための加熱、冷却処理を繰り返し行うことができる。

【0028】ここで、コントローラ15は、ウェハ1との熱交換に遅延が生じることを考慮して、ベーキングスタート時点の所定時間t1前にヒータ2に通電させ、クーリングスタート時点の所定時間前t2前に大流量バルブ6及び小流量バルブ7の開閉制御、実際には大流量バルブ6を閉じたまま、小流量バルブ7を開く制御を行う。

【0029】すなわち、120℃のウェハ1を20℃にクーリングする場合、冷却室4内の温度流体にもヒータ2から熱が伝達され、温度流体は、ほぼ120℃に近い温度になっており、この冷却室4に20℃の温度流体が急激かつ大量に流入孔5aから流入すると、冷却室4の外側が急激に温度降下し、流出孔5bに近い中央部との間に温度差が生じる。この結果、冷却室4は、ヒータ2とともに、図7(c)に示すような歪が生じ、ウェハ1の表面を一樣にクーリングさせることができず、ウェハ1にレジスト膜を形成している場合、レジストの溶媒が一樣に揮発せず、ウェハ1表面のレジスト膜の膜厚が不均一になる。このため、コントローラ15は、クーリング時に図3に示すバルブ制御を行う。

【0030】図3において、コントローラ15は、クーリングスタート前におけるバルブオン（以下、冷却開始という）時に、大流量バルブ6を閉じたまま、小流量バルブ7を閉から開にする制御を行う。大流量バルブ6のみを開にすると、冷却室4に流入する流量は大流量であり、小流量バルブ7のみを開にすると、冷却室4に流入する流量は小流量である。従って、冷却開始時から所定時間、ここでは数十秒の間は小流量の温度流体が流入することになり、冷却室4内の温度差が緩和されることになる。その後、コントローラ15は、小流量バルブ7を閉にするとともに、大流量バルブ6を開にする制御を行う。これにより、冷却室4に流入する温度流体の流量は、大流量となり、この流量は、クーリング期間における標準流量である。なお、小流量バルブ7を閉にするとともに大流量バルブ6を開にするタイミングは、冷却される相対温度、ここでは120℃から20℃に冷却されるので、100℃の相対温度の1/4の温度下降があった時点で設定するのが好適である。すなわち、ウェハ1が95℃になったときにバルブ切替を行うとよい。これは、図2に示す温度曲線において、ウェハ1が、クーリングスタート時点における120℃から95℃になるまでの時間に対する温度勾配が急激であるからである。

【0031】この結果、図3(b)に示すように、ウェ

ハ1の最大歪変位置は、2つのピーク点P1、P2に分散され、温度流体の流量を変化させない従来のクーリングにおけるピーク点Pの値より小さな値となる。また、バルブの切替時以降においては、標準流量の温度流体によってクーリングされるため、ウェハ1のクーリングの迅速性を大幅に損なうこともない。

【0032】ここで、冷却開始後に標準流量よりも少ない小流量の温度流体で冷却室を冷却する意味について詳細に検討すると、まず、冷却室4の周縁部には多数の流入孔5aが設けられるとともに冷却室4の中心部には一つの流出孔5bが設けられるので、この多数の流入孔5aから流入した温度流体は一つの流出孔5bに向かって流れ込む。従って、温度流体は、冷却室4の周縁部から中心部に向かって流れるに従い、流速を増し、この流速の増大により、中心部では熱伝達率が増大することになる。この結果、冷却時の過渡状態では、中心部は周縁部に比して熱を奪いやすくなる。一方、冷却室4内は温度流体の流量を減少させるために薄い方がよく、通常数mm程度の厚さが限界であり、この薄さのため、冷却室4の周辺部から中心部に向かって流れる温度流体は、熱を吸収しつつ流れるため、中心部に向かうに従って、温度が上昇することになる。従って、冷却室4の冷却時間を短くするために大流量の温度流体を冷却室4に流すと、周縁部に対する中心部方向の熱伝導率が非常に大きくなり、周縁部に対する中心部方向の温度流体自体の温度上昇を超え、過渡状態における中心部は周縁部に対して温度が低くなる。

【0033】この過渡状態における中心部と周縁部との温度勾配は、過渡状態における冷却室4の歪を形成する要因になるため、この温度勾配を小さくする必要がある。この温度勾配を小さくするには、周縁部に対する中心部の熱伝導率を小さくし、温度流体自体の温度上昇を大きくすればよいので、温度流体の流量を小さくすることが考えられる。

【0034】ところが、温度流体の流量を非常に小さくすると、冷却にかかる時間が長くなり、半導体製造工程全体の時間に影響を及ぼす。

【0035】このため、上述したように、冷却開始時は小流量の温度流体を冷却室4に供給し、一定時間経過後、大流量の温度流体を冷却室に供給する。この一定時間とは、上述したように温度管理の重要な範囲として的高温側25%域であるので、冷却開始時から高温側25%域以内では小流量に設定し、高温側25%域を過ぎた時点で大流量に切り替えると好適である。

【0036】なお、上述した第1の実施の形態では、冷却当初においては小流量バルブ7を開にし、その後大流量バルブ6を開にする切替制御を行うようにしているが、これに限らず、大流量バルブ6に代えて小流量バルブ7を設置し、小流量バルブをクーリング期間は常時開にし、冷却開始後所定期間経過した時点で大流量バルブ

6に代えて設置した小流量バルブ7を開にするようにしてもよい。

【0037】さらに、上述した第1の実施の形態では、大流量バルブ6と小流量バルブ7との2つの固定バルブを並列接続した形態をとっているが、これに限らず、複数の固定バルブを並列接続した形態をとってもよい。この場合、並列接続された複数のバルブを、冷却開始後の所定期間内の時間経過に伴い順次開にする制御を行うようにすると、さらに最大歪変位量のピーク点が分散されることになる。

【0038】また、上述した第1の実施の形態では、ウェハ1のベーキング用にヒータ2を用いているが、ベーキング及びクーリングの温度制御を全て温度流体を用いて制御してもよい。すなわち、ヒータ2の代わりに、120℃の温度流体を冷却室4に切替流入させる。もちろん、この場合、流体タンク13とは別個に120℃の温度流体を保持する流体タンク等のクーリングに必要な構成の他に、20℃の温度流体と120℃の温度流体との切替を行う切替弁、配管等の構成が必要になる。なお、冷却室4は、共用することができる。また、この場合、ベーキング当初は、クーリング当初と同様に温度勾配が大きいので、冷却開始後の所定期間と同様に、ベーキング当初、冷却室4に流入する120℃の温度流体の流量を少なくすることにより、ベーキング当初におけるウェハ1の歪を少なくすることができる。

【0039】また、上述した第1の実施の形態では、1つのウェハ1に対する温度制御を行うものであったが、ウェハ1を載置するヒータ2及び冷却室4を複数設け、並列接続することにより、同時に複数のウェハ1の温度制御を同一に行うことができる。この場合、大流量バルブ6及び小流量バルブ7の構成は共有することができ、効率的である。

【0040】次に、図4及び図5を参照して、第2の発明の実施の形態について説明する。

【0041】図4は、第2の発明の実施の形態である温度制御装置の構成を示す図であり、この温度制御装置の構成は、図1に示す温度制御装置の構成における大流量バルブ6及び小流量バルブ7の並列接続の構成に代わって、可変バルブ30を適用した構成が異なり、その他の構成は、図1に示す温度制御装置と同じである。

【0042】可変バルブ30は、モータバルブ等で実現され、コントローラ15の制御によって温度流体の流量を変化させることができる。

【0043】この可変バルブ30は、コントローラ15により図5(a)に示すような流量制御がなされる。すなわち、冷却開始時は非常に少量の流量に制御し、その後時間の経過とともに順次流量を増大し、冷却開始後の所定期間に標準流量になるように制御する。なお、図5(a)では冷却開始時に少量の温度流体を流すようにしているが、冷却開始時の流量をゼロに設定してもよい。

【0044】図5(b)の実線40に示す流量制御を行った場合の最大歪変位量の時間変化は、図5(b)の実線41に示すように、冷却開始時から標準流量とした流量制御(破線20)を行った場合の最大歪変位量の時間変化(破線22)に比べて、かなり歪が小さい時間変化となり、最大歪変位量の極大量もピーク点Pからピーク点P3に減少している。

【0045】なお、図5に示す冷却開始時から所定期間の流量制御は、時間に比例した流量としているが、これに限らず、最大歪変位量のピーク点P3の値をさらに減少させるように、時間の経過とともに変化する特性曲線としてもよい。

【0046】次に、図6を参照して、第3の発明の実施の形態について説明する。第3の発明の実施の形態では、ウェハ1を載置するヒータ2及び冷却室4を複数設け、これらを並列接続した構成にしているとともに、図1に示す温度制御装置の構成における大流量バルブ6及び小流量バルブ7の構成あるいは図4に示す温度制御装置の構成における可変バルブ30の構成に代わって、電磁弁40a、40b、定流量バルブ41a、41b、流入管42a、42bと流出管43a、43bとの間をそれぞれリークさせるバイパス管44a、44b、及びバイパス管44a、44bの開閉を制御する電磁弁45a、45bを設けた構成としていることが、第1及び第2の発明の実施の形態の構成と異なり、その他の構成は、第1及び第2の発明の実施の形態と同じである。また、複数構成に関しては、主として、ウェハ1を載置するヒータ2及び冷却室4からなる被制御系Aが並列に付加された構成であるとも言える。

【0047】電磁弁40a、40bは、コントローラ15によって開閉制御され、被制御系Aの単位を動作させる場合に開になり、動作させない場合に閉にされる。したがって、例えば被制御系Aのみを動作させる場合には、電磁弁40aが閉となり、電磁弁40bが開となる。これにより、各被制御系を独立に温度制御することができる。

【0048】定流量バルブ41a、41bも、コントローラ15によって開閉制御され、開のときは、流入管42a、42bを流れる温度流体の流入量を一定量にする。この一定量とは上述した標準流量である。

【0049】定流量バルブ41a、41bと流入孔5aとの間の流入管42a、42bと、流出管43a、43bとの間には、それぞれバイパス管44a、44bが接続される。また、バイパス管44a、44bの途中には、バイパス管44a、44bを介した温度流体の流通の開閉を行う電磁弁45a、45bが設けられている。従って、電磁弁45a、45bが開の時は、定流量バルブ41a、41bからの温度流体がバイパス管44a、44bに分岐して流れることにより、温度流体の冷却室4への流入が小流量となる。

【0050】このため、冷却開始時に電磁弁45a、45bを開にすることにより、冷却室4への温度流体の流量が小流量に制御され、その後、電磁弁45a、45bを閉にすることにより、図3(a)に示すように、冷却室への温度流体の流量を大流量(標準流量)に制御することができ、図3(b)に示すように、最大歪変位量を少なくすることができる。

【0051】この場合、電磁弁45a、45bによって流入管42a、42bの抵抗に応じた流体がリークするので、電磁弁40a、40bを介した温度流体の流量は、一定流量となる。

【0052】なお、上述した第1から第3の発明の実施の形態を適宜組み合わせるものとしてもよい。例えば、第1あるいは第2の発明の実施の形態を第3の発明の実施の形態に示すような複数の被制御系をもつ並列構成にし、この際、各被制御系における流入管の入り口に電磁弁40a、40bを設けるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態である温度制御装置の構成を示す図である。

【図2】ウェハの加熱及び冷却の温度サイクルを示す図*

*である。

【図3】図1に示す温度制御装置の流量制御と最大歪変位量の変化を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態である温度制御装置の構成を示す図である。

【図5】図4に示す温度制御装置の流量制御と最大歪変位量の変化を示す図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態である温度制御装置の構成を示す図である。

【図7】冷却時における冷却・加熱プレートの歪を示す図である。

【符号の説明】

1…ウェハ 2…ヒータ 3…シム 4…冷却室 5a…流入孔

5b…流出孔 6…大流量バルブ 7…小流量バルブ

9…圧力調整弁

10…逆止弁 11…ポンプ 12…チルトポンプ 13…流体タンク

14…冷却部 15…コントローラ 16…ヒータコントローラ

17…ヒータ

18…ポンプ

19…流体タンク

20…冷却部

21…コントローラ

22…ヒータ

23…ポンプ

24…流体タンク

25…冷却部

26…コントローラ

27…ヒータ

28…ポンプ

29…流体タンク

30…冷却部

31…コントローラ

32…ヒータ

33…ポンプ

34…流体タンク

35…冷却部

36…コントローラ

37…ヒータ

38…ポンプ

39…流体タンク

40…冷却部

41…コントローラ

42…ヒータ

43…ポンプ

44…流体タンク

45…冷却部

46…コントローラ

47…ヒータ

48…ポンプ

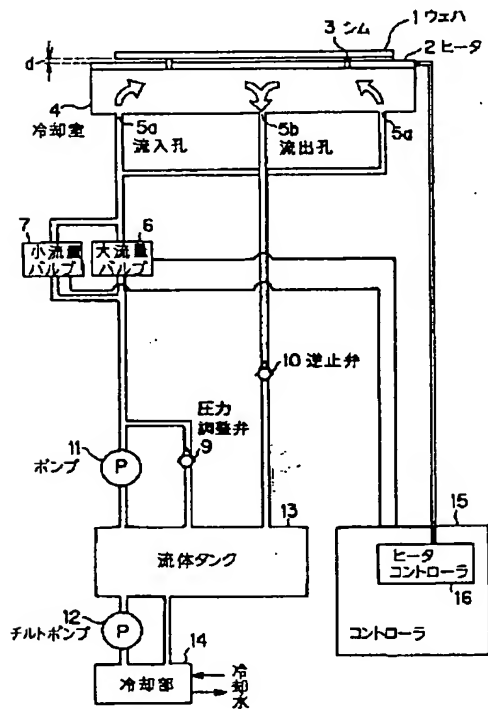
49…流体タンク

50…冷却部

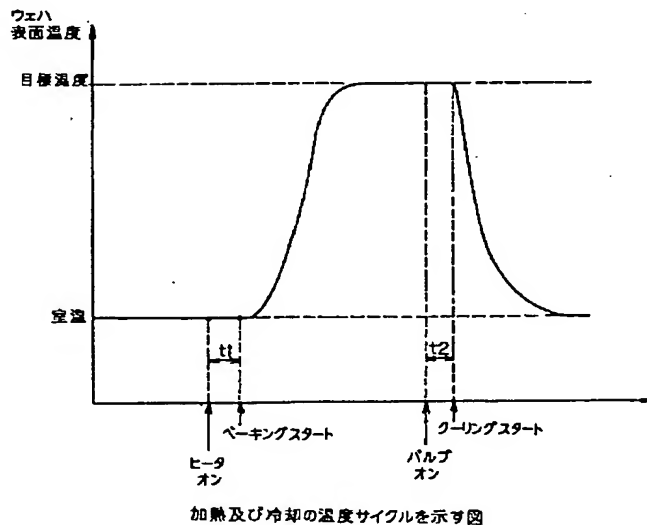
51…コントローラ

52…ヒータ

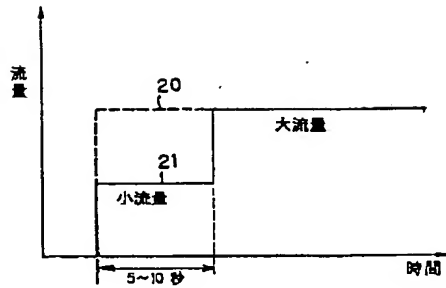
53…ポンプ



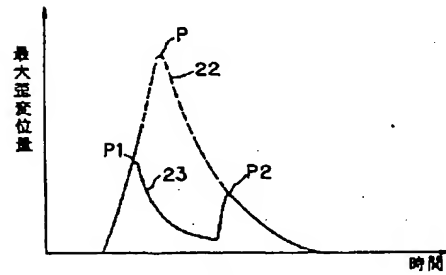
第1の実施の形態である温度制御装置の構成を示す図



【図3】



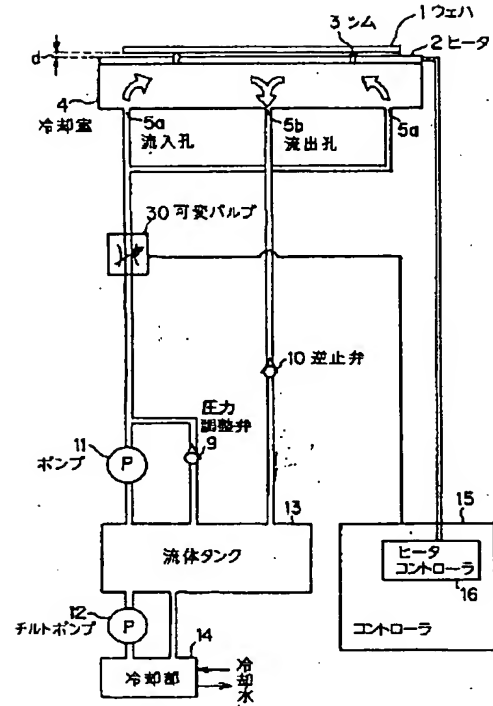
(a)



(b)

図1に示す温度制御装置の流量制御
と最大変位量の変化を示す図

【図4】



第2の発明の実施の形態である
温度制御装置の構成を示す図

【図5】

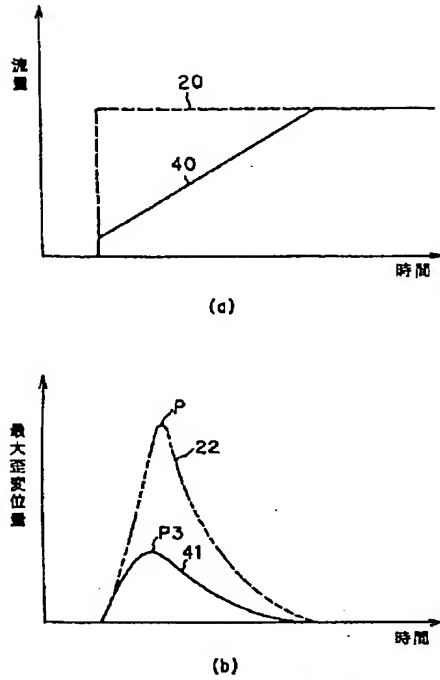
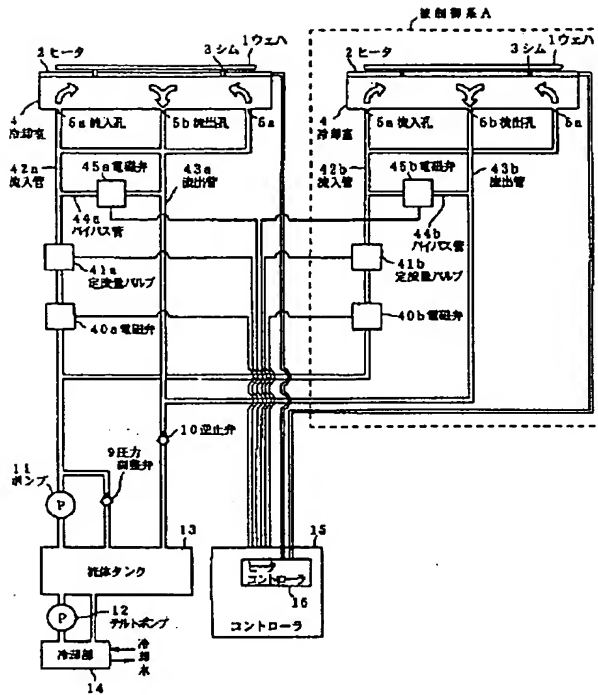


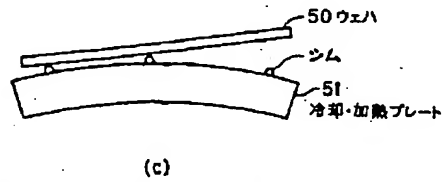
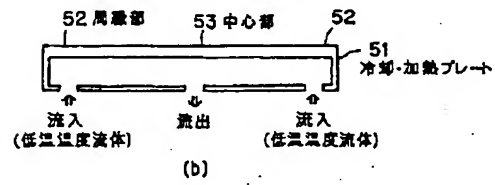
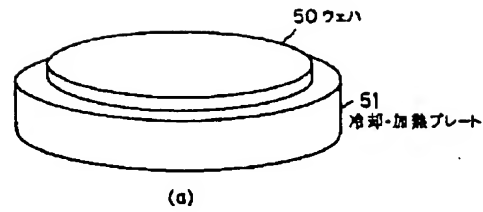
図4に示す温度制御装置の流量制御
と最大偏差位置の変化を示す図

【図6】



第3の発明の実施の形態である温度制御装置の構成を示す図

〔図7〕



冷却時における冷却・加熱プレートの空を示す図